**ESQUEMAS BASICOS DE CIRCUITOS ELECTRONICOS**

<http://html.rincondelvago.com/motores_control.html>

<http://www.electronicafacil.net/circuitos/>

<http://motorelectrico-colegioeljazmin901.blogspot.com/>

<http://controleselectricositla.blogspot.com/>

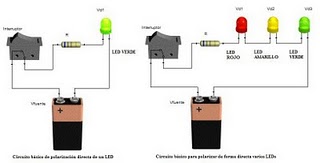
**CIRCUITOS ELÉCTRICOS**

Un circuito eléctrico tiene tres partes importantes: la fuente de energía, los conductores y la carga (esta última es la que aprovecha la energía proporcionada por la fuente de energía).

Existen tres formas típicas de re[resemtar un circuito: el [diagrama](http://www.monografias.com/trabajos14/flujograma/flujograma.shtml) de bloques (Figura 1), el diagrama esquemático (figura 2) y el diagrama pictórico (figura 3), tal como se [muestra](http://www.monografias.com/trabajos11/tebas/tebas.shtml) a continuación.

****

**CIRCUITOS LOGICOS BASICOS**

[](http://4.bp.blogspot.com/-xV8TZKl6NdA/TZ5jAG7XWxI/AAAAAAAAACE/E9EKK4wY22o/s1600/CIRCUI%257E1.JPG)

**Circuitos Lógicos, Álgebra de Boole y Dominios de Representación**

Un computador es una serie de circuitos electrónicos que mediante el mecanismo de ejecución de instrucciones dan vida a una serie de operaciones que permiten, finalmente, ver lo que se ve al estar frente a la pantalla de uno de ellos y el poder interactuar, con ellos, de manera más o menos inteligente, dependiendo de lo que de ésta tenga el interactuante ya que se sabe que los computadores -como hoy se conocen- no tienen ni una pizca de inteligencia.

Básicamente un computador funciona mediante dos estados o valores conocidos como señales, por ejemplo, -1.5 volts y +4.0 volts. Estos voltajes tienen un significado lógico, con un valor se **representa** la existencia de una condición particular y el otro **representa** la ausencia de aquella condición.

Para aclarar los conceptos anteriores, considere algo en el mundo que sólo puede tomar dos estados o posiciones o características, por ejemplo, una puerta que sólo puede estar abierta o cerrada, o el día y la noche o lo que es más preciso si una luz está prendida o apagada. Los casos descritos, exageradamente, pueden tener esa condición dual que es posible **representar** por estas señales, por ejemplo la señal -1.5 volt podría representar a "la puerta abierta", "al día", "a la luz encendida" y en cambio la señal de +4.0 volt podría representar el otro estado de los hechos: "la puerta cerrada", "la noche", "la luz apagada".

Es decir, si se representa mediante estas señales el que una puerta esté cerrada o abierta, y se quiere saber cuál es la condición actual de la puerta, sólo se debe medir la señal: si ella tiene -1.5 volts entonces aquello significa que la puerta está abierta, en cambio, si ella estuviese cerrada, la señal que mediríamos sería la que corresponde a +4.0 volts.

**Dominio Lógico**

El funcionamiento del computador se basa en el dominio de las señales que se describieron en el ejemplo anterior, pero también un computador es mucho más complejo que aquellas señales, el sólo hecho de mirar la pantalla y ver la metáfora del mundo que aquella representa, hace surgir preguntas tales: ¿cómo funciona esto? O sí algo ya se sabe ¿cómo de un dominio tan pequeño, el de las señales, es posible obtener otro tan complejo como lo que se observa en la pantalla?

Para responder aquellas preguntas se debe partir desde el mismo dominio simple de los dos estado originales, el cual es posible representar por un conjunto de símbolos como { 0, 1 } o { V, F }, símbolos que describen a { -1.5 volts, +4.0 volts } respectivamente.

Pero se está frente a la misma situación anterior, sólo se ha cambiado la forma, pero ese conjunto de símbolos no tiene ninguna potencialidad, de ninguna forma es posible construir algo con aquellos símbolos.

Existe, en las matemáticas, un álgebra llamada Algebra de Boole. Fue desarrollada originalmente por George Boole, alrededor de 1850. La importancia de esta álgebra deriva de los trabajos de Claude Shannon en 1937, quién la utiliza para describir los circuitos digitales.

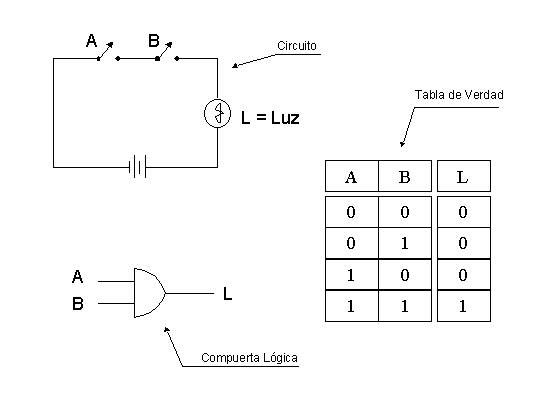
Un álgebra es posible definirla, muy simplificadamente, como un dominio en que además de un conjunto de elementos existe un conjunto de operadores u operaciones que permiten operar con aquellos elementos, generando elementos del propio dominio o de otros.

Así, el Algebra de Boole se describe como el siguiente dominio = ( { 0, 1 }, { And, Or, Not } ), donde el conjunto { And, Or, Not } corresponde al conjunto de operadores. Los símbolos con qué se representan estas operaciones son propios de esta visión simplificada del álgebra, ya que en el original son { ^, v, ~ } o desde el punto de vista del diseño de circuitos en ingeniería los símbolos que se utilizan son { ·, +, - }.

Otra propiedad de un Algebra es la utilización de variables que permiten representar, en general, cualquiera de los elementos del conjunto. Esta característica permite definir nuevas operaciones a partir de las originales o primitivas del álgebra. Así, una variable X definida sobre le Algebra de Boole puede tomar valores { 0, 1 }, por ejemplo X = 1, o X = 0. Para que sea más simple de entender se recomienda considerar 0 = falso y 1 = verdadero.

Operaciones Básicas

**And**. La operación And requiere que todas las señales sean simultáneamente verdaderas para que la salida sea verdadera. Así, el circuito de la figura necesita que ambos interruptores estén cerrados para que la luz encienda.



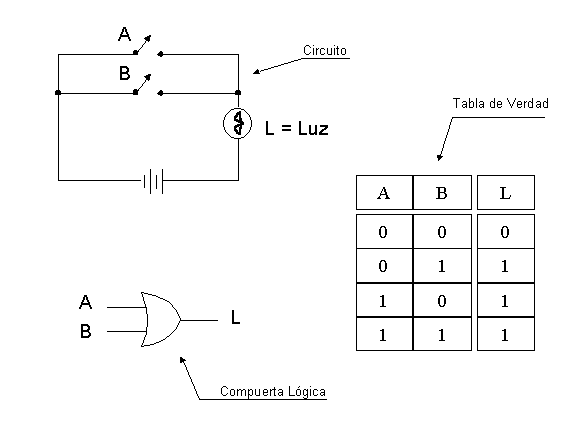
**Figura No. 5. Operación And.**

Los estados posibles del circuito se pueden modelar en la Tabla de Verdad que tiene asociada. Sabemos que los interruptores sólo pueden tener dos estados, abiertos o cerrados, si el interruptor abierto se representa mediante el cero (0 o falso) y el cerrado mediante el valor uno (1 o verdadero) entonces en la tabla de verdad asociada se puede ver la situación que se describía en el párrafo anterior, cuando se decía que la luz sólo prende cuando ambos interruptores están cerrados, es decir, si A = 1 y B = 1 entonces L = 1.

La compuerta lógica es una forma de representar la operación And pero en el ámbito de los circuitos electrónicos, para ese caso A y B son las señales de entrada (con valores = 0 1) y L es la señal de salida.

Para efectos de este curso, la operación And la representaremos como la función And( A, B ), donde A y B serían los parámetros de entrada (los mismos valores de A y B en el circuito) y L = And( A, B ), correspondería a la forma de asignación de valor a L. En este caso el parámetro de salida es la misma función And.

**Or**. La operación Or tiene similares características a la operación And, con la diferencia que basta que una señal sea verdadera para que la señal resultante sea verdadera. En la figura se puede ver tal situación.

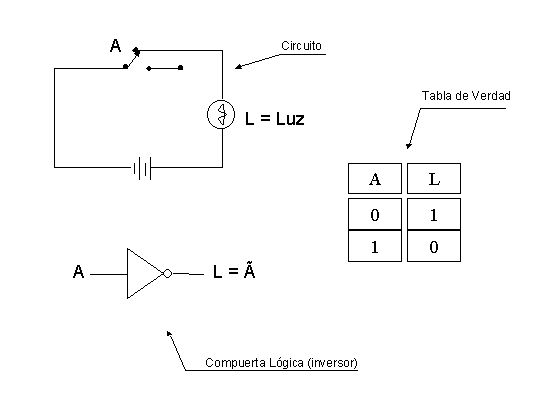


**Figura No. 6. Operación Or.**

Note que en el circuito los interruptores están en paralelo, por lo cual basta que uno de ellos esté cerrado para que el circuito se cierre y encienda la luz.

La operación Or también tiene una representación funcional como Or( A, B ) donde A y B serían los parámetros de entrada (los mismos valores de A y B en el circuito) y L = Or( A, B ), correspondería a la forma de asignación de valor a L. En este caso, el parámetro de salida es la misma función Or.

**Nota:** La última de la tres operaciones fundamentales, la cual también se conoce como negación, complemento o inversión, es mucho más simple que las anteriores. En la figura se puede observar el circuito, que en este caso tiene la particularidad de que al estar el interruptor abierto la luz enciende, cuando él está en posición de cerrado la luz permanecería apagada.   
 



**Figura No. 7. Operación Not.**

La notación funcional para esta operación será Not( A ), donde A corresponde a la señal de entrada y Not( A ) corresponde al valor complementario de A.

Con las operaciones básicas ya definidas es posible redefinir el Algebra de una manera más formal, por ejemplo, dándole el nombre de Dominio Lógico y caracterizandolo de la siguiente manera:

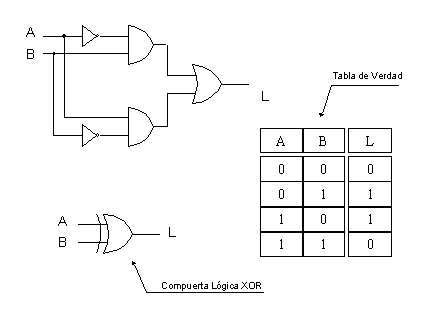
**Dominio Lógico ( l** ð Dominio Lógico ) = ( { 0, 1 }, { l: And( l, l ), l:Or( l, l ), l:Not( l ) } )

Note que cada una de las operaciones o funciones de este dominio se ha explicitado claramente la cantidad y el tipo de parámetros con los cuales ellas operan (operandos) y el tipo de valor que la operación devuelve, en este caso todos los parámetros son del tipo lógico ( l ).

Así, cuando se habla del dominio del computador al resolver un problema, este dominio tiene como base el dominio recién descrito. Los circuitos electrónicos que dan vida al computador pueden ser representados todos mediante este Dominio Lógico.

**Operaciones compuestas**

El conjunto de las operaciones del dominio básico se puede extender mediante un mecanismo de composición de operaciones, por ejemplo, se quiere agregar la operación XOR, que corresponde a un OR Exclusivo mediante el cual: si ambas entradas son iguales el resultado es cero (0 o falso) y si ambas son distintas, entonces el resultado es uno (1 o verdadero). Graficamente se puede ver la implementación de la compuesta XOR en la figura No. 8.



**Figura No. 8. Implementación de la Compuesta XOR.**

Es claro, en la figura, la forma de composición de la operación XOR a partir de las operaciones básicas and, or y not en el formalismo gráfico de las compuertas lógicas. También es posible usar el formalismo funcional, que se consideró en la definición el Domino Lógico, para componer la operación XOr:

Or( And( Not( A ), B ), And( A, Not( B ))); donde A, B ð Dominio Lógico

De hecho, si se quiere extender el conjunto de las operaciones del Dominio Lógico sería necesario expresar, la operación XOr, en el mismo formato que las operaciones primitivas; sin ser muy rigurosos bastaría con una asignación para que con ello se tenga una forma de definir nuevas operaciones en base a las ya existentes:

XOr( A, B ) ð Or( And( Not( A ), B ), And( A, Not( B ))) ; donde A, B, XOr ð Dominio Lógico

El símbolo ð permitiría trasladar toda la funcionalidad de la expresión a la nueva operación, incluidos los parámetros de entrada y salida (A, B como parámetros de entrada y el nombre de la operación XOr como parámetro de salida). Con la operación XOr ya definida es posible, entonces, ampliar la definición del Dominio Lógico:

Dominio Lógico ( l ð Dominio Lógico ) = ( { 0, 1 }, { l: And( l, l ), l:Or( l, l ), l:Not( l ) l:XOr( l, l ), } )

Por lo cual XOr podría ser utilizado para componer nuevas operaciones de este mismo dominio o, eventualmente, de otros.

**Construcción de nuevos dominios**

Pese a que se ha formalizado un dominio básico y, además, se ha creado nuevas operaciones dentro de ese dominio, aún no se cumple el objetivo de poder aproximar el mundo de señales del computador a nivel de complejidad actual observado.

En los puntos anteriores se revisó la forma de representación de los números enteros, la cual se basaba en una memoria organizada en palabras de 8 bits. Es decir, si se considera que cada una de las señales básicas puede ser utilizada para componer un bit, entonces sería necesario 8 señales para poder componer un número, donde cada una de estas señales podría tomar los dos estados posibles y, dependiendo de la posición en que ella esté -recuerden lo hablado sobre sistemas numéricos posicionales- tendría más o menos incidencia en el valor del número a representar, por ejemplo, el siguiente número binario, representa al 165 decimal -según la transformación estudiada:

xb = 10100101   
X10 = V(xb) = 1× 27+0× 26+1× 25+0× 24+0× 23+1× 22+0× 21+1× 20 = 165

Con esta forma de representación es posible entonces sintetizar un conjunto de números enteros a partir de las señales originales, combinándolas. En este caso el conjunto de enteros puede ser uno que vaya desde 0 a 255, pero si se amplia el número de señales paralelas consideradas, este espectro se puede aumentar o, considerando el signo, se pueden incluir números negativos.

Así, para crear el conjunto de los números enteros a partir del conjunto de las señales se debe organizar éstas en cadenas paralelas -la forma usual de los buses dentro del computador- donde la posición de cada una tiene un peso específico en la síntesis del número que se está representando. En la notación que se está propugnando, un conjunto de estas cadenas puede ser visto de la siguiente forma:

Dominio Enteros Binarios ( nb Î Dominio Enteros Binarios) = ( { Ln...L7L6L5L4L3L2L1L0 / Li Î Dominio Lógico} )

Ahora, si bien existe una representación factible de números enteros a partir de las señales primitivas, un dominio de los enteros (que en este caso se ha denominado enteros binarios por no estar expresados en base decimal) no está completo si es que no existen operaciones que permitan manejarlos, por lo cual es necesario componer tales operaciones a partir de del dominio lógico o de las mismas operaciones ya desarrolladas para este dominio.

**Suma en los enteros binarios**

La suma de dos números binarios se realiza de la misma manera que la suma en los números decimales. Por ejemplo, la siguiente es una suma decimal:

  3 7 **6** los números en negrillas corresponden a los dígitos menos significativos   
+ 4 6 **1**   
  8 3 **1**

Los dígitos en las posiciones menos significativos son operados primero, produciendo la suma 7. Luego, los dígitos en la segunda posición son sumados para dar el resultado 13, que produce un acarreo de 1 hacia la tercera posición, lo que produce la suma 8.

Los mismos pasos generales son seguidos en la suma binaria. Sin embargo, aquí sólo hay que considerar cuatro casos al sumar dos dígitos binarios:

0 + 0 = 0   
1 + 0 = 1   
1 + 1 = 0 + acarreo de 1 (uno) a la siguiente posición   
1 + 1 + 1 = 1 + acarreo de 1 (uno) a la siguiente posición

El último caso ocurre cuando dos bit de una cierta posición tienen 1 (uno) y además hay un acarreo desde la posición previa. Los siguientes son varios ejemplos de sumas de dos números binarios:

 011 (3)          1001 (9)               11,011 (3,375)   
+110 (6)        +1111 (15)            +10,110 (2,750)   
1001 (9)         11000 (24)             110,001 (6.125)

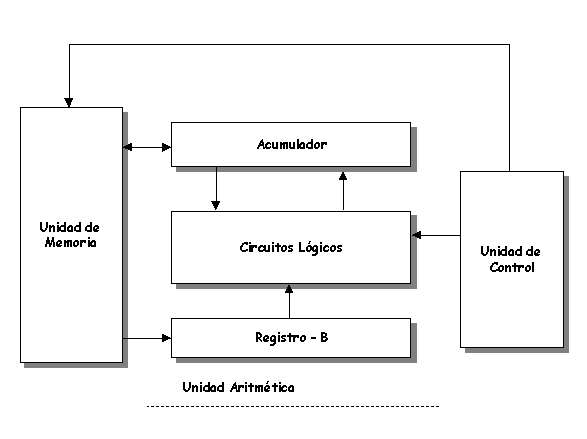
No es necesario considerar la suma de más de dos números binarios al mismo tiempo, ya que todos los sistemas de circuitos digitales que actualmente ejecutan la suma sólo pueden manejar dos números a la vez. La suma es una de las operaciones aritméticas más importantes en los sistemas digitales, de hecho, las operaciones de resta, multiplicación y división pueden ser definidas en base a la suma.

Si se quiere entonces sumar dos números enteros binarios en un computador, es necesario para ello que exista la operación suma de enteros binarios. De manera análoga a como se definió la operación XOr, es posible definir ahora una operación de suma.

**La unidad aritmética**

Todas las operaciones aritméticas se realizan en la unidad aritmética, también conocida como unidad aritmético-lógica -ver punto 1.2 de este apunte-, de un computador. La Figura No. 9 es un diagrama de bloques que describe los principales elementos incluidos en una unidad aritmética típica. El principal propósito de una unidad aritmética es aceptar datos binarios que están almacenados en memoria y ejecutar las operaciones aritméticas sobre aquellos datos de acuerdo a las instrucciones dadas desde la unidad de control.

La unidad aritmética tiene al menos dos registros de flip-flops: el registro B y el registro acumulador. Además contiene los circuitos lógicos que permiten ejecutar las operaciones sobre los números binarios almacenados en ambos registros. La típica secuencia de ejecución para una suma (ADD) puede ser la siguiente:



**Figura No. 9. Unidad Aritmética**

* La unidad de control recibe una instrucción (desde la unidad de memoria) indicando que un número almacenado en una ubicación particular de memoria (dirección) deberá ser sumado a el número actualmente almacenado en el acumulador.
* El número a ser sumado es transferido desde la memoria al registro B.
* El número en el registro B y el número en el acumulador son sumados en los circuitos lógicos (comandados desde la unidad de control). La suma resultante en enviada al acumulador para ser almacenada.
* Al nuevo número en el acumulador se le puede sumar otro, o si el proceso aritmético en particular ha terminado, el número puede ser transferido a memoria para almacenarlo.

Estos pasos demuestran de donde el registro acumulador deriva su nombre. Este registro "acumula" los valores que resultan de ejecutar sucesivas sumas entre nuevos números extraídos desde memoria y el resultado de las sumas anteriores almacenado en el acumulador. Para cualquier problema aritmético que contienen varios pasos, el acumulador siempre contiene el resultado de los pasos intermedios, así como el resultado final cuando la ejecución ha terminado.

**Un sumador binario en paralelo**

Los computadores y calculadoras implementan la operación de suma sobre dos números binarios al mismo tiempo, donde cada numero binario puede tener varios dígitos binarios. En la tabla se muestra la suma de dos números binarios de cinco bits. Uno de los operandos es almacenado en el acumulador; esto es, el acumulador contienen cinco Flip-Flops, almacenando, en cada uno, los dígitos 10101. De la misma forma el otro de los operandos, el que será sumado al primero, es almacenado en el registro B (en este caso, 00111).

El proceso de suma comienza por la suma de los bit menos significativos de ambos operandos. Así, 1+1 = 10, que significa que la suma para esa posición es 0 y el acarreo es 1.

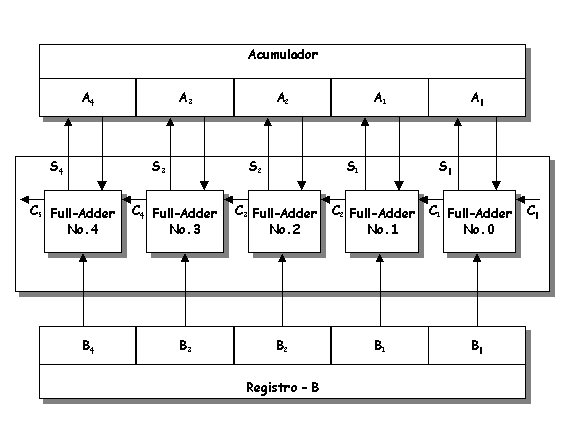
|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| 1º Operando, almacenado en el acumulador | 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 2º Operando, almacenado en el Registro B | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |
| Suma | 1 | 1 | 1 | 0 | 0 |
| Acarreo (para ser agregado a la siguiente posición) | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 |

Este acarreo (o bit de carry) será sumado a la siguiente posición, junto a los bit correspondientes de los operandos. Así, en la segunda posición 1+0+1 = 10, que corresponde nuevamente a la suma 0 y el carry 1. Este carry será sumado a la siguiente posición junto a los correspondientes bits de los operandos y así sucesivamente hasta las últimas posiciones.

A cada paso en el proceso de suma se realiza la adición de tres bits; los dos de los operandos y el de carry que viene de la posición previa. El resultado de la suma de estos 3 bits produce 2 bits: un bit de suma y otro de carry que deberá ser sumado a la siguiente posición. Este mismo proceso es usado para cada posición. Ahora, si se quiere diseñar un circuito lógico que permita implementar este proceso, entonces simplemente se deberá usar el mismo circuito para cada una de las posiciones. Esto se ilustra en la Figura No. 10.

En este diagrama las variables Ai representan los bits del operando almacenados en el acumulador (que también puede ser llamado el registro A). Las variables Bi representan los bits del segundo operando almacenados en el registro B. Las variables Ci representan los bits de carry entre las correspondientes posiciones. Las variables Si son los bits de la suma para cada posición.

Los circuitos Full-Adder usados en cada posición tienen tres entradas: un bit A, un bit B y un bit C; y producen dos salidas: un bit de suma (S) y un bit de carry (C). Por ejemplo, el Full-Adder No. 0 tienen como entradas A0, B0 y C0, y produce las salidas S0 y C1. Lo anterior se repite para todos los bits de los operandos. Actualmente los computadores usan palabras de 32 y 64 bits, al contrario del de la figura que sólo es un sumador de 5 bits.



**Figura No. 10. Diagrama de Bloques de un sumador paralelo de 5-bits usando full-adders.**

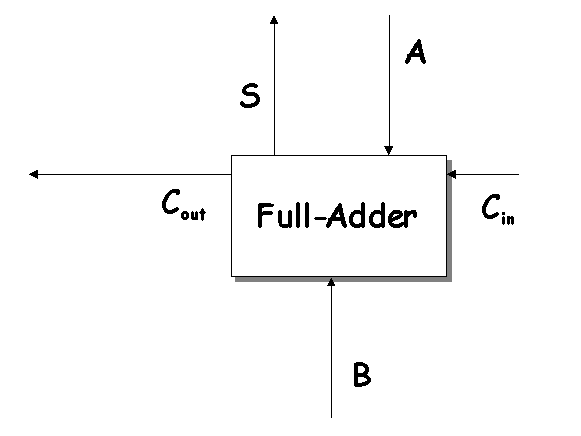
El arreglo de la figura No. 10 se llama sumador paralelo (parallel adder) por que todos los bits de los operandos se usan simultáneamente en todos los circuitos. Esto significa que la suma en cada posición ocurre al mismo tiempo. Que es distinto de las sumas que se hacen en papel. Ya que se toma cada posición una a la vez, comenzando desde las posiciones menos significativas.

**El diseño de un Full-Adder**

El diseño de un Full-Adder es un típico problema de ingeniería -en este caso de electrónica- y resulta muy interesante y didáctico seguirlo paso a paso, se recomienda para ello consultar el libro "Digital Systems: Principles and Applications" de Ronald J. Tocci en las páginas 146 y 147.

Lo primero que se hará es construir una Tabla de Verdad que muestre los valores de entrada y salida para todos los casos (recuerde que sólo se intenta diseñar un Full-Adder). En la siguiente tabla se puede ver aquello, con tres entradas (A, B y Cin) y dos salidas (S y Cout). Existen ocho posibles casos para las tres entradas, y para cada caso se desea la salida listada en los valores de salida. Por ejemplo, considere el caso A = 1, B = 0, y Cin = 1. Un Full-Adder (que abreviaremos FA) puede sumar estos bits para obtener las salidas S = 0 y Cout = 1.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| A | B | Cin | S | Cout |
| 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| 0 | 0 | 1 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 0 | 1 | 0 |
| 0 | 1 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| 1 | 0 | 1 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 0 | 0 | 1 |
| 1 | 1 | 1 | 1 | 1 |



Como existen dos salidas, se puede diseñar el circuito por cada salida individualmente, comenzando con la salida de la suma S. Por la tabla de verdad se ve que hay cuatro casos donde S tiene valor 1. Si se compone una expresión para ello, usando el Dominio Lógico, y luego de refinarla, según un método que no es el caso desarrollar acá, se obtienen la siguiente expresión final:

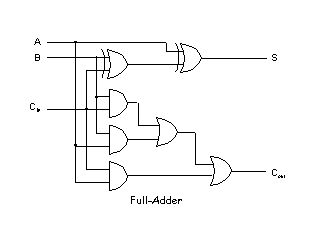
S = Xor( A, Xor( B, Cin )) (a)

Si se considera ahora la salida Cout, también se puede componer una operación, en el dominio lógico, que permita realizarla:

Cout = Or( And( B, Cin ), Or( And( A, Cin ), And( A, B ))) (b)

Las expresiones a y b pueden ser implementadas como se muestra en la Figura No. 11, cada Full-Adder de la Figura No. 10 puede ser implementado según el circuito lógico que aparece en esta figura.

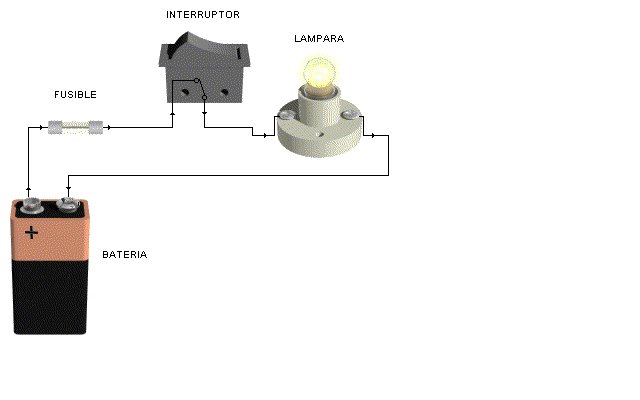
Para desarrollar este circuito en términos del formato que se ha estado propugnando para los dominios, es necesario ampliar a la capacidad de definición de operaciones. Para ello es necesario que las nuevas operaciones, además de permitir combinaciones directas de las ya definidas, permitan otro tipo de combinaciones con más poder de cómputo. Ese es el objetivo de los lenguajes de Programación, permitir ampliar la capacidad de definición de nuevos dominios y operaciones, de manera que esta ampliación permita ampliar a su vez el espectro de los problemas posibles de abordar mediante el uso de un computador.



**Figura No. 11. Circuito Completo para Full-Adders.**

El PseudoLenguaje que se describe en el siguiente punto tiene la cualidad de permitir a quien lo ocupa ampliar su capacidad de resolver problemas mediante el uso de computador.

**Esquemas de funcionamiento**

[](http://circuitosbasicos.blogspot.com/)

## ELEMENTOS QUE CONFORMAN UN CIRCUITO ELECTRICO

**1.-LA RED O FUENTE DE ALIMENTACION**  
  
Es la encargada de suministrar la energia al circuito electrico. Esta puede ser de:  
  
**Corriente alterna: C.A**. Es el tipo de corriente que utilizamos en nuestras casas, para poner en funcionamiento todos nuestros electrodomesticos.  
**Corriente Continua: C.C**. Es el tipo de corriente que encontramos en las pilas, baterias y en las fuentes estabilizadas de c.c. como resultados de la transformacion de C.A en C.C.  
  
**2. INTERRUPTOR:** es el encardo de permitir o impedir el funcionamiento de un circuito, dependiendo si esta conectado o desconectado.  
  
**3. LAMPARA O RECEPTOR:** Es el encargado de recibir y transformar la energia que se toma de la fuente de alimentacion.  
  
**4. FUSIBLE**: Es el encargado de proteger el circuito contra posibles problemas como corto circuitos.  
  
**5. CONDUCTORES ELECTRICOS:** Son los canales de conducciòn de la corriente eléctrica

**FUNCIONAMIENTO DEL MOTOR ELÉCTRICO**

**CONTROL DE MOTORES ELÉCTRICOS**

El control de la energía eléctrica, es básica cuando se usa maquinaria industrial. La electricidad industrial está relacionada en primer lugar con el control del equipo eléctrico industrial y sus procesos relacionados.

Cuando se trabaja con equipo eléctrico industrial, es necesario y fundamental, tener la habilidad para leer diagramas esquemáticos; aunque hay distintos tipos de diagramas relacionados con el equipo eléctrico. Existen otros diagramas relacionados con este equipo, como son: el diagrama de bloques, de interconexión, de alambrado, de disposición, los isométricos y los diagramas de construcción.

Existen, algunas condiciones que deben considerarse al seleccionar, diseñar, instalar o dar mantenimiento al equipo de control del motor eléctrico.

E1 control del motor era un problema sencillo cuando se usaba una flecha maestra común, a la que se conectaban varias máquinas, porque el motor tenía que arrancara parar sólo unas cuantas veces al día. Sin embargo, con la transmisión individual el motor ha llegado a ser casi una parte integrante de la máquina y es necesario diseñar el controlador para ajustarse a sus necesidades.

**Control del motor.**

Es un término genérico que significa muchas cosas, desde un simple interruptor de volquete hasta un complejo sistema con componentes tales como relevadores, controles de tiempo e interruptores. Sin embargo, la función común es la misma en cualquier caso: esto es, controlar alguna operación del motor eléctrico. Por lo tanto, al seleccionar e instalar equipo de control para un motor se debe considerar una gran cantidad de diversos factores a fin de que aquél pueda funcionar correctamente junto a la máquina para la que se diseña.

**Propósito del controlador**

Algunos de los factores a considerarse respecto al controlador, al seleccionarlo e instalarlo, pueden enumerarse como sigue:

**Arranque.**

El motor se puede arrancar conectándolo directamente a través de la línea. Sin embargo, la máquina impulsada se puede dañar si se arranca con ese esfuerzo giratorio repentino. El arranque debe hacerse lenta y gradualmente, no sólo para proteger la máquina, sino porque la oleada de corriente de la línea durante el arranque puede ser demasiado grande. La frecuencia del arranque de los motores también comprende el empleo del controlador.

**Parada.**

Los controladores permiten el funcionamiento hasta la detención de los motores y también imprimen una acción de freno cuando se debe detener la máquina rápidamente. La parada rápida es una función vital del controlador para casos de emergencia. Los controladores ayudan en la acción de parada retardando el movimiento centrífugo de las máquinas y en las operaciones de las grúas para manejar cargas.

**Inversión de la rotación.**

Se necesitan controladores para cambiar automáticamente la dirección de la rotación de 1as máquinas mediante el mando de un operador en una estación de control. La acción de inversión de los controladores es un proceso continuo en muchas aplicaciones industriales.

**Marcha.**

Las velocidades y características de operación deseadas, son, función y propósito directos de los controladores. Éstos protegen a los motores, operadores, máquinas y materiales, mientras funcionan.

**Control de velocidad.**

Algunos controladores pueden mantener velocidades muy precisas para propósitos de procesos. industriales, pero se necesitan de otro tipo para cambiar las velocidades de los motores por pasos o gradualmente.

**Seguridad del operador.**

Muchas salvaguardas mecánicas han dado origen a métodos eléctricos. Los dispositivos piloto de control eléctrico afectan directamente a los controladores al proteger a los operadores de la máquina contra condiciones inseguras.

**Protección contra daños.**

Una parte de la función de una máquina automática es la de protegerse a sí misma contra daños, así corno a los materiales manufacturados o elaborados. Por ejemplo, se impiden los atascamientos de los transportadores. Las máquinas se pueden hacer funcionar en reversa, detenerse, trabajar a velocidad lenta o lo que sea necesario para realizar la labor de protección.

**Mantenimiento de los dispositivos de arranque.**

Una vez instalados y ajustados adecuada mente, los arrancadores para motor mantendrán el tiempo de arranque, voltajes, corriente y troqué confiables, en beneficio de la máquina impulsada y el sistema de energía. Los fusibles, cortacircuitos e interruptores de desconexión de tamaño apropiado para el arranque, constituyen buenas prácticas de instalación que se rigen por los códigos eléctricos.

**CONTROL MANUAL**

**Interruptor de volquete.**

Muchos motores pequeños se arrancan con interruptores de volquete. Esto significa que el motor arranca directamente, sin el empleo de interruptores magnéticos o equipo auxiliar. Los motores que se arrancan con interruptores de volquete se protegen mediante fusibles o cortacircuitos en el circuito derivado y, generalmente, impulsan ventiladores, sopladores u otras cargas por iluminación

**Interruptor de seguridad.**

En algunos casos se permite arrancar un motor directamente a través del voltaje completo de la línea, con un interruptor de seguridad accionado desde el exterior. El motor recibe protección en el arranque y durante la marcha, con la instalación de fusibles de doble elemento, retardadores de tiempo. El empleo de un interruptor de seguridad para el arranque es una operación manual, por supuesto, y tiene las limitaciones de la mayoría de los arrancadores manuales.

**Controlador de tambor.**

Los controladores de tambor son dispositivos manuales de interrupción, del tipo rotatorio, que se usan, a menudo, para invertir la dirección del movimiento de los motores y controlar la velocidad de las máquinas de c-a y c-c. Se pueden utilizar sin otros componentes de control en los motores de tamaño más pequeño, generalmente fraccionarios. En los motores de tamaño mayor, se emplean con arrancadores magnéticos, como dispositivos de control.

**Tipo de placa frontal**

Los controladores del tipo de placa frontal se han utilizado, durante muchos años, para el arranque de los motores de c-c. También se emplean para el control de la velocidad de¡ motor de inducción con rotor devanado. Los contactos de interrupción múltiple, montados cerca de un brazo selector en el frente de una placa aislada, incorporan el uso adicional de resistencias montadas en la parte trasera, como una unidad completa. El empleo de arrancadores de placa frontal ofrece características que no se encuentran en otros controladores manuales.

**CIRCUITOS DE CONTROL MANUAL**

Un diagrama básico de control expresado en la forma de diagrama de línea, es aquel que muestra una estación de botones controlando una lámpara. El circuito se considera manual, debido a que una persona debe iniciar la acción para que el circuito opere.

En la figura siguiente se muestra el diagrama de línea con los símbolos y el diagrama físico de cada componente para ilustrar el aspecto real de éstas y de su representación.

Obsérvese en el diagrama de línea, que las líneas gruesas y las obscuras Ll y L2 representan la alimentación (de fuerza) al circuito; el voltaje de alimentación se debe indicar en alguna parte del circuito y puede ser: 220 V, 440 V ó 2 300 v en corriente alterna.

Cuando se alimenta con voltaje de corriente directa debe indicar la polaridad con signo (- ó +) y los voltajes pueden ser: 50 V, 100 V, 200 V ó 250 V.

**CONTROL REMOTO Y AUTOMÁTICO**

El concepto de control de motores eléctricos en su sentido más amplio comprende todos los métodos usados para el control del comportamiento de un sistema eléctrico. El sentido que se pretende en este capítulo, está relacionado con el arranque, aceleración, reversa, desaceleración y frenado de un motor y su carga.

Por otra parte el control de motores eléctricos se ha asociado tradicionalmente con el estudio de los dispositivos eléctricos que intervienen para cumplir con las funciones descritas en el párrafo anterior; sin embargo, en la actualidad el concepto de control de motores eléctricos, no sólo se refiere a los dispositivos eléctricos convencionales, también a dispositivos electrónicos, cuyo estudio se relaciona con la llamada electrónica de potencia, lo cual da un mayor grado de complejidad a los circuitos de control y por lo cual, su estudio requeriría de mayor detalle, no sólo en las componentes, sino también en la variedad de circuitos para distintas funciones que se presentan en las instalaciones industriales.

El motor se puede controlar desde un punto alejado, usando estaciones de botones. Deben incluirse interruptores magnéticos con las estaciones de botones para control remoto, o cuando los dispositivos automáticos no tengan la capacidad eléctrica para conducir las corrientes de arranque y marcha del motor. Si éste se controla automáticamente, pueden usarse los siguientes dispositivos.

El controlador de un motor eléctrico es un dispositivo que se usa normalmente para el arranque y paro, con un comportamiento en forma determinada Y en condiciones normales de operación.

El controlador puede ser un simple desconectador (switch) para arrancar y parar al motor, también una estación de botones para arrancar a éste en forma local o a control remoto. Un dispositivo que arranque el motor por pasos o para invertir su sentido de rotación, puede hacer uso de las señales de lo elementos por controlar, como son: temperatura, presión, nivel de un líquido o cualquier otro cambio físico que requiera el arranqué o paro del motor, y que evidentemente le dan un mayor grado de complejidad.

Cada circuito de control, por simple o complejo que sea, está compuesto de un cierto numero de componentes básicas conectadas entre sí para cumplir con un comportamiento determinado. El principio de operación de estos componentes es el mismo, y su tamaño varía dependiendo de la potencia del motor que va a controlar, aun cuando la variedad de componentes para los circuitos de control es amplia. Los principales elementos eléctricos para este fin, son los que a continuación se mencionan:

1. Desconectadores (switches).

2. Interruptores termomagnéticos.

3. Desconectadores (switches) tipo tambor.

4. Estaciones de botones.

5. Relevadores de control.

6. Relevadores térmicos y fusibles.

7. Contactores magnéticos

8. Lámparas piloto.

9. Switch de nivel, límite y otros tipos.

**Interruptor de flotador.** La elevación o descenso de un flotador unido mecánicamente a contactos eléctricos, puede arrancar bombas impulsadas por motor para vaciar o llenar tanques, según se desee. También se utilizan para abrir o cerrar válvulas de tubería para controlar fluidos.

Es un switch de baja potencia de mando que convierte una acción de tipo mecánico dada por el nivel o posición del agua, en una señal eléctrica que actúa en el circuito de control del motor para arrancar o parar. Su uso más frecuente se encuentra en equipos para bombeo, o bien del tipo hidroneumático y su función principal, es mantener los valores límite (definidos por límite máximo y límite mínimo) en cisternas y tinacos. Existen distintas versiones constructivas de estos interruptores, pero todos se basan en el mismo principio y están constituidos por un conjunto de contactos que se accionan por dispositivos mecánicos, ajustando los rangos de apertura y cierre.

**Interruptor de presión.** Los interruptores de presión se emplean para controlar la presión de los líquidos y gases (aire) dentro de una amplitud deseada. Los compresores de aire, por ejemplo, se arrancan directa o indirectamente de acuerdo con la demanda de más aire, mediante un interruptor de presión.

**Reloj de control** **de tiempo**. Cuando se requiere un periodo definido de "cerrado y abierto" prácticamente, sin necesidad de ajustes para largo s lapsos, pueden usarse relojes para control. Un arreglo típico es un motor que debe arrancar a la misma hora y detenerse cada noche a una hora determinada.

**Termostato.** junto con dispositivos piloto sensibles a los niveles de los líquidos, presiones de los gases, y hora del día, se utilizan ampliamente los termostatos sensibles a los cambios de temperatura. Éstos controlan indirectamente motores grandes en los sistemas de acondicionamiento de aire y en muchas aplicaciones industriales. Hay muchos tipos diferentes de termostatos e interruptores que funcionan por la acción de la temperatura.

**Interruptor de límite**. Los interruptores de límite se usan, probablemente, con más frecuencia, para parar máquinas, equipo y productos en proceso, durante el curso. Estos dispositivos piloto se emplean en circuitos de control de arrancadores magnéticos, para gobernar el arranque, la parada o la inversión de la rotación de los motores eléctricos.

**Interconexión eléctrica o mecánica con otras máquinas**. Es posible, y probable, que muchos de los dispositivos piloto eléctricos que se describen, se conecten juntos en un sistema de interconexión en el que la operación final de uno o muchos motores depende de la posición eléctrica de cada dispositivo piloto individual. Un interruptor de flotador puede demandar más líquido, pero éste no fluirá hasta que lo admita un interruptor de presión o un reloj de control de tiempo. La obtención de la habilidad para comprender todo el sistema operacional y la función de los componentes individuales, es vital en el diseño, instalación y mantenimiento de los controles eléctricos en cualquier sistema de interconexión eléctrica o mecánica. Es posible, con la práctica, transmitir el conocimiento de circuitos y descripciones para la comprensión de otros controles semejantes.

Es imposible, en cualesquiera materiales instructivos de control, mostrar cada sistema de interconexión diseñado e instalado individualmente. Sin embargo, comprendiendo las funciones básicas del control y los circuitos elementales, y tomando algún tiempo para trazar y dibujar los diagramas Mostrados, los difíciles sistemas de control de interconexión se tornarán mucho más fáciles de comprender.

**ARRANQUE Y PARADA**

Puede ser necesario, en el arranque y la parada, considerar las siguientes condiciones a que se pueden sujetar el motor y la máquina a él conectada:

El arranque y frenado está definido como una función en la cual el motor opera cuandose acciona un botón y frena cuando el botón se desacciona. Esta acción de arranque y frenado se usa con máquinas, en las cuales el motor debe opera por períodos breves para conducir a la máquina a su posición o punto d, operación**.**

En la siguiente figura se muestra uncircuito sencillo que incorpora un switch selector de un polo. Cuando el selector se coloca en la posición de operación el circuito de **"**retención **"** de la posición no se abre. Si ahora se oprime e botón de arranque**,** se completa el circuito de la bobina M y se sostiene Girando el switch selector a la posición de frenado, se abre el circuito sostenido o retenido. Cuando el botón se restablece la bobina M se desenergiza. El botón de arranque juega una doble función como botón de frenado.

**Frecuencia del arranque y la parada.** El ciclo de arranque de todos los controladores es vital en su operación continua satisfactoria. Los interruptores magnéticos, como los que se emplean para los motores, relevadores y contactares, pueden estropearse, en realidad, a sí mismos, por la apertura y cierre repetidos y continuos. Es una de las principales fallas que busca un electricista experimentado en los tableros de control que no se encuentren funcionando. Éstos también pueden necesitar periodos más frecuentes de inspección y mantenimiento. Los controladores y accesorios de servicio pesado deben considerarse, definitivamente, cuando la frecuencia del arranque es grande.

**Arranque ligero o de servicio pesado.** Algunos motores arrancan sin carga y otros lo hacen fuertemente cargados. El arranque de los motores puede causar grandes perturbaciones en la línea de alimentación, que afectan todo el sistema de distribución eléctrica de una planta. Puede, aun, afectar al sistema de la compañía eléctrica. Existen ciertas limitaciones impuestas en el arranque de un motor, por las compañías generadores y las agencias de inspección eléctrica.

Arranque rápido o lento, Usualmente, la mejor condición para el arranque de un motor de e-a, para obtener el máximo esfuerzo de giro de su rotor, es cuando en el arranque se aplica el voltaje total a sus terminales. Sin embargo, muy frecuentemente la maquinaria impulsada se puede dañar a causa de ese repentino impulso de movimiento. Para evitar tal choque a las máquinas, al equipo y los materiales que se elaboran, se han diseñado algunos controladores para arrancar los motores lentamente e ir aumentando su velocidad.

**Arranque suave.** Aun con impulsos eléctricos y mecánicos reducidos, mediante un método de arranque por pasos, pueden existir problemas que requieren medidas adicionales para remediarlos. Si se requiere un arranque suave y gradual, merecen investigación los diferentes métodos de control.

**Arranque y parada manuales o automáticos**. El arranque y la parada manuales de las máquinas realizados por un operario, indudablemente serán, actualmente, una parte de la gran variedad de producción industrial en los Estados Unidos de América, mientras las personas las controlen. Sin embargo, muchas máquinas y procesos industriales se arrancan y restablecen automáticamente mediante dispositivos automáticos, con un ahorro enorme de horas-hombre y materiales. Los dispositivos de parada automática se usan en los sistemas de control para motor, por las mas razones. Estos dispositivos reducen grandemente los riesgos de funcionamiento de algunas máquinas, tanto para el operario como para los materiales que en ellas se elaboran.

**Parada rápida o lenta.** Es necesario que muchos motores paren instantáneamente. La producción y algunas exigencias de seguridad son tales, que es necesario hacer que las máquinas se detengan tan rápidamente como sea posible. Los controles automáticos y aplicados facilitan el retardo y frenan la velocidad de un motor y, en realidad, aplican un torque en la dirección opuesta a la rotación. Existen controladores para motor para casi cada condición práctica. La regulación de la desaceleración es una función de los controles para motor.

**Paradas exactas.** Dichas paradas exactas, como la detención de un elevador a nivel del piso, se facilitan con equipo automático de parada suave y rápida. Los dispositivos piloto automáticos se interconectan con los sistemas de control, para detener los carros de los elevadores en una posición exacta a determinados niveles.

**Frecuencia de las inversiones de rotación necesarias.** Una gran frecuencia de inversiones de rotación impone grandes exigencias sobre el controlador y el sistema de distribución eléctrica. También puede necesitarse un motor especial para este tipo de casos. Asimismo, debe prestarse especial atención a los dispositivos de protección para arranque y marcha, a fin de evitar fallas innecesarias.

El control de la velocidad del motor es esencial, no solamente para hacerlo funcionar, sino para controlar su velocidad durante la marcha. Respecto al control de la velocidad, se deben considerar las siguientes condiciones:

**Velocidad constante**. En una bomba de agua se usa un motor de velocidad constante. Como prácticamente funciona a la misma velocidad bajo una carga, normal, la velocidad constante es esencial para los grupos motogeneradores, en cualesquiera condiciones de carga. Los motores de velocidad constante se usan en unidades de transmisión directa de 80 r.p.m., con potencias hasta de 5,000 caballos de fuerza.

**Velocidad variable.** Para una grúa o elevador, una velocidad variable es, usualmente, la mejor. En este tipo de trabajo, la velocidad variable del motor disminuye con seguridad al aumentar la carga, y aumenta cuando ésta se reduce a fin de conducirla rápidamente.

**Velocidad ajustable.** Con los controles para ajustar la velocidad, un operario puede regularla gradualmente, en una amplitud considerable, durante la marcha. La velocidad también puede fijarse previamente, pero una vez ajustada permanece relativamente constante con cualquier carga dentro de la capacidad del motor.

**Velocidad múltiple**. Se utiliza una velocidad característica en un motor de velocidad múltiple como el que se usa en un torno revólver. Aquí, la velocidad se puede fijar en dos o más grados definidos, permaneciendo prácticamente constante, independientemente de los cambios en la carga.

Respecto al motor en sí, debe decidirse si se requieren o no las siguientes características de protección, y qué tipo debe incluirse en cada instalación individual de control:

**Protección contra sobrecarga.** La protección durante la marcha y contra sobrecarga, se refiere al mismo caso. La protección contra sobrecarga es una característica esencial de todos los controladores, que se diseña para proteger adecuadamente un motor y obtener, aun, su máxima potencia disponible bajo cierta variedad de condiciones de sobrecarga y temperatura. La sobrecarga puede originarse por un exceso de carga en la máquina impulsada, por un voltaje bajo en la línea, o por una línea abierta en un sistema polifásico, lo que resulta en operación monofásica.

**Protección contra campo abierto**. Existen relevadores de pérdida de campo para proteger los motores de c-c en derivación, o de embobinado compuesto, contra pérdidas de excitación del campo. Hay diferentes arreglos con el equipo de arranque para motores de c-c y sincrónicos de c-a. Algunos motores de c-c de ciertos tamaños pueden girar peligrosamente, con pérdida de la excitación del campo, mientras otros no pueden hacerlo debido a la fricción y al tamaño pequeño.

**Protección contra fase abierta**. La falla de una fase en un circuito trifásico puede producirse por un fusible fundido, una conexi6n abierta o una línea rota. Si ocurre la falla de una fase cuando el motor se encuentra en reposo, se originarán corrientes en el estator y permanecerán a un valor muy alto, pero el motor continuará estacionario. Como los devanados no están debidamente ventilados mientras el motor está parado, el calentamiento producido por las corrientes altas dañará,, muy probablemente, los embobinados. También pueden existir situaciones peligrosas mientras el motor se encuentra funcionando.

**Protección contra inversión de fase.** Si se intercambian dos fases de la línea de alimentación de un motor trifásico de inducción, éste invertirá su dirección de rotación. Esto se denomina inversión de fase. En la operación de un elevador y en aplicaciones industriales, esto resultaría un daño grave. Los relevadores de falla de fase y de inversión de fase, protegen a los motores, las máquinas y al personal contra riesgos en los casos de fase abierta o inversión de fase.

**Protección durante el curso.** En los circuitos de control de los arrancadores magnéticos, se utilizan dispositivos piloto para gobernar el arranque, la parada o la inversión de la rotación de los motores eléctricos. Pueden usarse, indistintamente, como dispositivos de control para operación regular o como interruptores de emergencia para impedir funcionamiento incorrecto de la maquinaria. Pueden usarse en sistemas de control automático, a fin de evitar la posibilidad del error humano en la operación de una máquina.

**Protección contra sobrevelocidad.** En ciertos motores es posible que se desarrollen velocidades excesivas que pueden dañar una máquina impulsada, materiales en el proceso industrial, o el motor. La protección contra s velocidad puede comprender la selección y uso adecuado del equipo de control en aplicaciones tales como plantas de papel e impresión, fábricas de productos de acero, plantas de proceso industria textil.

**Protección contra inversión de corriente.** La inversión accidental de la dirección de la corriente en los controladores complejos y sensibles para corriente continua, puede ser muy grave. Riesgos similares pueden ser muy. frecuentes en los controles de equipo de c-c, que existen con las fallas de fase e inversión de fase en los sistemas trifásicos de corriente alterna, pero dentro de los propios controladores. La protección contra inversión de corriente es muy importante en el equipo para cargar baterías.

**Protección mecánica.** Una envolvente para una aplicación particular puede contribuir considerablemente a la duración y la operación sin dificultades de un-motor y un controlador. Todas las envolventes, como las de propósito general, herméticas, a prueba de polvo, a prueba de explosión y resistentes a la corrosión, tienen aplicaciones e instalaciones específicas. Cada una debe pasar la aprobación de la división eléctrica del departamento local de construcción y seguridad.

**Protección contra corto circuito.** Generalmente, la protección contra corto circuito se instala en la misma envolvente que el medio de desconexión del motor, usualmente para motores más grandes que los fraccionarlos. Los fusibles que se instalan para este propósito, y los cortacircuitos, son dispositivos de sobrecorriente que tratan de proteger los conductores del circuito derivado del motor, los aparatos de control de éste, y los motores contra sobrecorriente sostenida debida a corto circuitos, escapes a tierra y corrientes prolongadas y excesivas de arranque.

La gran cantidad de sistemas automáticos de arranque y control que pueden usarse, se dividen en las siguientes clasificaciones generales:

Aceleración por limitación de corriente (también llamado tiempo de compensación). Esto se refiere a la cantidad de corriente o caída de voltaje necesarios para abrir o cerrar los interruptores magnéticos. La elevación y la caída de las corrientes y voltajes determina un periodo de control de tiempo que se usa principalmente para el control del motor de c-c. Algunos de esos tipos son:

1. Aceleración por fuerza contraelectromotriz o caída de voltaje.

2. Aceleración por contactor de cierre o relevador en serie.

Aceleración por retardo de tiempo' Éste es del tiempo definido, del tipo periodo de control de tiempo. Una vez que se ajusta el periodo de control de tiempo, no cambia, independientemente de los cambios de corriente o voltaje que se encuentren con la aceleración del motor. siguientes tipos de controles de tiempo y métodos, se emplean para, la aceleración del motor; algunos también se utilizan en los métodos de interconexión de los sistemas de control

1. Relevadores de amortiguador individual

2. Relevadores de amortiguador de circuito múltiple

3. Control neumático de tiempo

4. Aceleración de límite de tiempo inductivo

5. Controles de tiempo impulsados por motor

6. Control de tiempo por condensador

La construcción compacta de este dispositivo permite montarlo en la maquinaria impulsada en otros lugares diversos, cuando el espacio disponible es pequeño. El tipo descubierto, o abierto, es un dispositivo que se puede montar en una caja ordinaria para interruptor o para grupo, para montar a nivel. Las posiciones "cerrado" y "abierto" están marcadas claramente en la palanca de operación, que es muy similar a la que se emplea en un interruptor estándar, del tipo de volquete, para alumbrado.

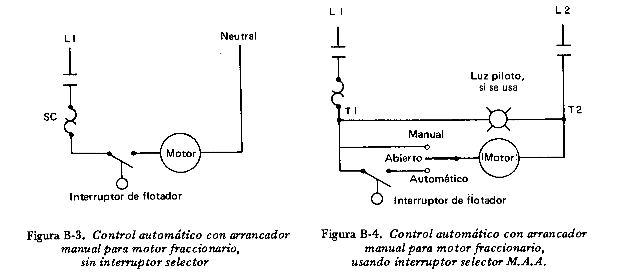
Los arrancadores manuales para potencia fraccionario tienen protección térmica contra recarga. En una sobrecarga, la palanca se mueve automáticamente hacia la posición central a indicar que se han abierto los contactos. Esto significa, definitivamente, que el motor se ha sobrecargado se restablezca manualmente, lo que puede lograrse moviendo la palanca la posición "abierto", después de conceder dos minutos, aproximadamente, para que se enfrié el relevador.

Los arrancadores manuales de potencia fraccionario se pueden obtener con tipos diferentes de envolventes, así como del tipo abierto. Se pueden conseguir cajas para proteger las partes vivas contra contacto accidental, para montar en cavidades de la máquina, para proteger al arrancador contra polvo y humedad, o para evitar la posibilidad de una explosión cuando ese aparato se use en localidades peligrosas.

**Operación automática**

Algunas de las aplicaciones más usuales son: para el control de pequeñas máquinas herramientas, ventiladores, bombas, quemadores de petróleo, sopladores y unidades calefactoras. Casi cualquier motor pequeño debe controlarse con un arrancador de este tipo. Los dispositivos de control automático, tales como interruptores de presión, de flotador, o termostatos, se pueden 'utilizar en unión de arrancadores manuales de potencia fraccionario.

Sin embargo, su capacidad de contacto debe ser suficiente para conducir e interrumpir la corriente total del motor.



El dibujo esquemático de la figura B-3 ilustra un motor fraccionario controlado automáticamente por un interruptor de flotador, que se conecta correctamente en el circuito del pequeño motor, mientras se encuentre cerrado el contacto del arrancador manual.

En la figura B-4 el interruptor selector debe volver a colocarse la posición automática si se desea que el interruptor de flotador realice una operación automática, como en las bombas de sumidero. Al llenarse el sumidero se elevará el flotador cerrando el contacto eléctrico normalmente abierto y, por lo tanto, arrancará el motor. Cuando se vacía el sumidero o tanque, el flotador baja, interrumpe el contacto eléctrico con el motor y lo detiene. Esta operación se repetirá cuando el sumidero se llene nuevamente.

**Protección térmica contra sobrecargas**

Las unidades de sobrecarga térmicas, de aleación fusible,.se emplean ampliamente en los arrancadores manuales de potencia, fraccionaria para la protección de motores eléctricos contra sobrecorrientes sostenidas resultantes de la sobrecarga provocada por la máquina impulsada, o por un voltaje de línea excesivamente bajo. Las bobinas calefactoras (figura B-1) calibradas muy cerca del valor de las corrientes a plena carga del motor, inician la fusión de la aleación y la acción de disparo del relevador de la unidad de sobrecarga.

Solamente se requiere un relevador en cualquiera de las versiones, de un polo o de dos polos, ya que la aplicación del arrancador se destina para el servicio de C.C. o monofásico de C.A. Estos relevadores ofrecen protección contra operación continua cuando la corriente de la línea es excesivamente alta. Los relevadores del tipo de aleación fusible no se pueden graduar y ofrecen una protección confiable contra sobrecarga. El disparo repetido no causa deterioro, ni afecta la exactitud del punto de disparo.

Existe amplía variedad de unidades de relevador, de manera que se puede seleccionar el adecuado sobre la base de la corriente verdadera del motor a plena carga. Las unidades de relevador son intercambiables y accesibles desde el frente del arrancador. Como la corriente del motor está, en realidad, en serie con la bobina calefactora, aquél no funcionará a menos que la unidad esté completa, con el elemento térmico instalado. Las unidades de sobrecarga pueden cambiarse sin desconectar los alambres del interruptor o desmontar éste de su envolvente. Sin embargo, el interruptor debe desconectarse por razones de seguridad.

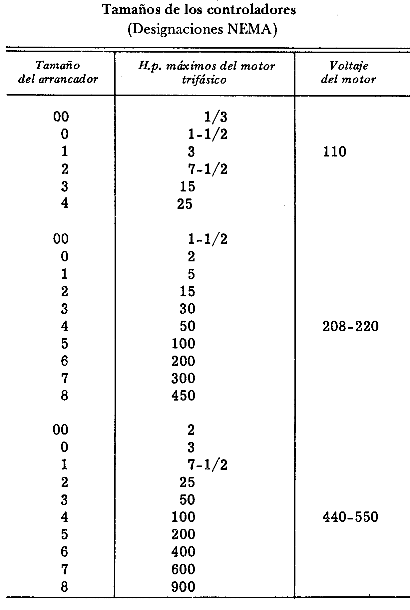
La corriente normal de arranque del motor y las sobrecargas momentáneas no producirán acción de disparo, por las características de tiempo e inversión de los relevadores de aleación térmica. La sobrecorriente continua que pasa por la unidad calefactora eleva la temperatura de la aleación, y cuando se alcanza el punto de fusión, se libera el trinquete y dispara el mecanismo interruptor abriendo la línea o líneas que van al motor. El mecanismo interruptor es del tipo "gatillo libre", que significa que es imposible mantener cerrados los contactos contra una sobrecarga.

**Arrancadores manuales con botones para el voltaje de la línea**

Generalmente, los arrancadores manuales del tipo de botones se pueden utilizar para controlar motores monofásicos hasta de 5 h.p., motores polifásicos hasta de siete y medio h.p., y motores de corriente continua hasta de dos h.p.

**ARRANCADORES MAGNÉTICOS PAFIA El VOLTAJE DE LA LÍNEA**

El control magnético emplea energía electromagnética para cerrar los interruptores. Los arrancadores magnéticos del tipo para el voltaje de la línea, son dispositivos electromecánicos que proporcionan un medio seguro, conveniente y económico para arrancar y parar motores. Estos dispositivos se utilizan ampliamente por sus características de economía y seguridad ,pero, principalmente, porque se pueden controlar desde un punto alejado. Generalmente se usan cuando se puede aplicar con seguridad un torque de arranque a pleno voltaje a la maquina impulsada y cuando no hay objeción a la oleada de corriente resultante del arranque a través de la línea. Usualmente, estos arrancadores se controlan por medio de dispositivos piloto, tales como acciones, de botones, interruptores de flotador, o relevadores de control de tiempo. Los arrancadores magnéticos se fabrican en muchos tamaños, como el 00, para 10 amperes, hasta el tamaño 8, de 1,350 amperes. A cada tamaño se le ha asignado cierta capacidad en altos de fuerza que se pueden aplicar cuando se utiliza el motor para servicio normal arranque. Todas las capacidades corresponden con las normas de la Asociación Nacional de fabricantes de Aparatos Eléctricos.



Los arrancadores de tres polos se construyen para aplicaciones con motores que operan en sistemas trifásicos, de 3 alambres, de c-a. Los arrancadores de dos polos se fabrican para el arranque de motores monofásicos. La designación "polo", se refiere a los contactos de energía o contactos de carga por motor, y no incluye los de control para la conexión de ese circuito.

El movimiento sencillo hacia arriba y hacia abajo, de un interruptor magnético de 3 polos operado para un solenoide, se muestra en la figura C-2. Los relevadores de sobrecarga del motor no se incluyen en el diagrama. Se emplean contactos de doble ruptura para dividir el voltaje por la mitad en cada contacto, proporcionando alta capacidad de ruptura del arco y mayor duración del contacto.

**PROTECCIÓN CONTRA SOBRECARGAS**

La protección contra sobrecargas en un motor eléctrico, es necesaria para evitar que se queme y para asegurar una duración máxima de operación. Los motores eléctricos, si se les pern-úte, funcionarán con una salida mayor de su capacidad nominal. Se puede originar una sobrecarga en el motor, al sobrecargarse la maquinaria impulsada por un voltaje bajo en la línea, o a causa de una línea abierta en un sistema polifásico, lo que da por resultado una operación monofásica. Bajo cualquier condición de sobrecarga, un motor toma una corriente excesiva que causa el sobrecalentamiento. Como el aislante del devanado del motor se deteriora cuando se somete a sobrecalentamiento, existen límites establecidos para las temperaturas de operación del motor. Para proteger un motor contra sobrecalentamientos, se emplean releva- dores de sobrecarga en un arrancador para limitar a cierto valor predeterminado la cantidad de corriente que toma. Ésta es la protección contra sobrecarga o de marcha.

Los relevadores de sobrecarga de un arrancador funcionan para impedir que un motor tome una corriente excesiva que puede destruir su aislante. Los elementos térmicos o magnéticos, sensibles a la corriente, de los relevadores de sobrecarga, se conectan ya sea directamente en las líneas del motor, o indirectamente en ellas, a través de transformadores de corriente. Los relevadores de sobrecarga actúan para desconectar el arrancador y parar el motor cuando se toma una corriente excesiva.

**Unidades térmicas de aleación fusible.**

El conjunto de aleación fusible del elemento térmico y el depósito del metal, se muestran en la figura C-3. La corriente excesiva de sobrecarga del motor pasa por el elemento térmico, fundiendo, por tanto, el depósito de aleación auténtica. Entonces, se permite que la rueda del trinquete gire en el metal fundido, dando por resultado una acción de disparo del circuito de control del arrancador, parándose el motor. Se requiere un periodo de enfriamiento para permitir que el depósito de metal se "congele" antes de que el conjunto del relevador de sobrecarga pueda restablecerse y reanudar el servicio del motor.

Las unidades térmicas de aleación fusible son intercambiables y se construyen en una pieza. Este tipo de construcción del elemento térmico y el depósito de soldadura aseguran una relación constante entre estos componentes importantes y permite la calibración en la fábrica, haciéndolos, virtualmente, a prueba de interconexión en el campo. Estas características importantes no se obtienen con ningún otro tipo de construcción de relevador de sobrecarga. Existe amplia variedad de estas unidades térmicas intercambiables para proporcionar la protección exacta contra sobrecarga, de cualquier valor a plena carga de un motor.

[](http://www.raelectronica.es/material/siemens_3ru11.jpg)

**Relevadores bimetáticos de sobrecarga.**

Estas unidades se diseñan específicamente para dos tipos generales de aplicación. Primero, la característica de restablecimiento automático es decidida ventaja cuando los dispositivos se montan en localidades que no son fácilmente accesibles para su operación manual. Segundo, estos relevadores se pueden ajustar fácilmente para dispararse dentro de una amplitud de 85 a 115 por ciento del valor nominal de disparo de la unidad térmica. Esta característica es útil cuando el tamaño recomendado del elemento puede dar por resultado una acción de disparo innecesaria, mientras el siguiente tamaño mayor no proporcionaría la protección adecuada. Las temperaturas del ambiente afectan la operación de los relevadores de sobrecarga que funcionan bajo el principio del calor.

La acción de disparo del circuito de control en este tipo de relevador utiliza la diferencia de expansión de dos metales distintos que se encuentran soldados. Cuando se someten al calor, se produce un movimiento al extenderse un metal más que el otro. La calibración de estas unidades se consigue con el uso de una tira bimetálica en forma de "U" (figura C-4). Esta tira, con el elemento térmico insertado en el centro de la "U", compensa el calentamiento desigual debido a variaciones en el montaje del elemento térmico. Los arrancadores para motor deben tener elementos térmicos, instalados en los relevadores de sobrecarga, antes que el motor pueda arrancar (con tira bimetálica o depósito de soldadura), porque se hallan conectados en serie con carga.

**Relevadores magnéticos de sobrecarga.**

El relevador magnético de sobrecarga (figura C-5),contiene una bobina con alambre de tamaño suficientemente grande para permitir el paso de la lente del motor, porque el relevador se conecta directamente en serie con éste, o indirectamente (en circuitos de motores grandes) con la ayuda de transformadores de corriente.

Los relevadores magnéticos de sobrecarga se emplean cuando se desea abrir o cerrar un contacto. eléctrico, siempre que la corriente que controlan se eleve a cierto nivel. En algunos casos, el relevador se puede usar para un propósito similar, operando cuando la corriente baje a un valor determinado. Las aplicaciones típicas son: para la protección de los devanados de un motor grande, contra sobrecorriente continua, para parar un transportador de materiales, cuando el de más adelante se sobrecargue, y como limitador de torque, cuando éste se refleja por la corriente del motor.

**Límite de tiempo del tipo de sobrecarga.**

Los relevadores de sobrecarga, retardadores de tiempo, son del tipo de amortiguador. La corriente del motor, que pasa a través de la bobina, ejerce fuerza magnética sobre un macho, que tiende a elevarlo. Unido a éste se halla un pistón (sumergido en aceite), en el que hay agujeros de desviación. Al aumentar la corriente en la bobina del relevador, se vence la fuerza de la gravedad y el macho y el pistón se mueven hacia arriba. Cuando sucede esto, se impulsa el aceite a través de los agujeros de desviación, retar- dando la acción y operación de los contactos. Se puede girar una válvula de disco para abrir o cerrar los agujeros de desviación de diversos tamaños del pistón. Esto cambia el grado de flujo del aceite y proporciona el ajuste de la característica de retardo de tiempo. El límite inverso de tiempo de la sobrecarga se obtiene porque el grado de movimiento hacia arriba, del núcleo y el pistón, depende directamente de la magnitud de la sobrecarga. Mientras mayor es ésta, el movimiento es más rápido.

La característica de tiempo inverso de este tipo de relevador, impide que se dispare con la corriente normal de arranque o por dañinas sobrecargas momentáneas. En estos casos, la corriente de la línea recupera su valor normal antes de que la bobina de operación pueda levantar el núcleo y el pistón lo suficiente para accionar los contactos. Por otra parte, si la sobrecorriente continúa por un periodo prolongado, el núcleo se aparta lo necesario para accionar los contactos. Al aumentar la corriente de la línea, se disminuye el tiempo de disparo del relevador. Una válvula en el pistón permite el restablecimiento, prácticamente instantáneo, del circuito, para la reanudación del servicio. Entonces debe reducirse la corriente a un valor muy bajo antes que el relevador pueda restablecerse. Esta acción se logra automáticamente en aquellos casos en que el disparo del relevador desconecta de la línea al motor.

El disparo rápido se obtiene mediante el empleo de un aceite amortiguador de grado ligero, y el ajuste de los agujeros de escape del aceite.

Se pueden obtener relevadores magnéticos de sobrecarga, con contactos de restablecimiento automático o manual. El ajuste de la corriente de disparo se consigue modificando la posición del núcleo del macho respecto a la bobina del relevador de sobrecarga.

**Relevadores de corriente de disparo instantáneo.**

Los relevadores de corriente de disparo instantáneo se emplean cuando sé desea desconectar de la línea al motor, tan pronto como se alcance un valor de carga predeterminado. Una de esas aplicaciones sería con una máquina para trabajar madera en que el "atascamiento" del material causa una elevación repentina de corriente. Entonces se usaría un relevador de disparo instantáneo, para desconectar rápidamente la alimentación del motor. Después de eliminar la causa del atascamiento el motor se puede restablecer inmediatamente, porque el relevador reanuda su operación al instante, después que desaparece la sobrecarga. Este relevador también se emplea en transportadores, para detener el motor antes que ocurra un desperfecto mecánico debido a un atascamiento.

El control de tres alambres ( que se trata en la unidad F, "Circuitos de control básicos y típicos"), se debe usar con este relevador de sobrecorriente, ya que deben tomarse medidas, como por medio de un botón de "arrancar", para poner en corto circuito el contacto de control del relevador durante el periodo de aceleración del motor.

El relevador de corriente de disparo instantáneo no debe usarse en la aplicación ordinaria de un relevador de sobrecarga, porque no tiene características de inversión de tiempo. Debe considerarse como un relevador para propósito especial.

El mecanismo de operación del relevador de disparo, que se muestra en la figura, consiste en una bobina de solenoide (a través de la que fluye la corriente del motor) y un núcleo movible de hierro montado dentro de la bobina. Sobre el bastidor del solenoide se encuentra un interruptor de acción rápida. La corriente del motor ejerce sobre el núcleo de hierro una fuerza magnética hacia arriba, pero normalmente no es suficiente para levantarlo. Sin embargo, una sobrecorriente hace que se eleve el núcleo que, a su vez, acciona al interruptor de precisión de acción rápida. Este interruptor tiene conexiones para un contacto normal- mente abierto o normalmente cerrado.

El valor de disparo del relevador es ajustable a una amplia variedad de grados de corriente moviendo, simplemente, el núcleo del macho hacia arriba y hacia abajo en el vástago roscado, Enviando, por tanto, la posición de aquél en el solenoide. Bajando el núcleo se debilita el ajo magnético, y se requiere corriente más alta para levantar el núcleo y disparar el relevador.

Número de relevadores de sobrecarga necesarios para proteger un motor. Debe mantenerse un voltaje equilibrado de alimentación para todas las instalaciones de carga polifásica.

Un relevador de sobrecarga de dos bobinas protege sólo en el caso de un circuito monofásico.

Una carga monofásica en un circuito trifásico puede producir graves corrientes desequilibradas en el motor. Un motor trifásico grande conectado en la misma línea de alimentación e uno pequeño, también trifásico, puede no quedar protegido si ocurre la falla de una fase.

Un alambre flojo o roto en alguna parte del sistema de conduit, o en una línea de un motor, puede dar por resultado una operación monofásica. Esto hará que el motor funcione lentamente, con calentamiento excesivo. Algunas veces el motor no arrancará, sino que producirá un zumbido magnético, característico al energizarlo. Esto también es indicio de operación monofásica de un motor trifásico.

Las cargas monofásicas desequilibradas en los tableros trifásicos deben evitarse cuidadosamente. Puede haber dificultades en los sistemas de distribución en que uno o más motores grandes pueden devolver energía a motores más pequeños bajo condiciones de operación monofásica.

**MOTOR JAULA DE ARDILLA**

El campo giratorio. El motor en jaula de ardilla consiste en un bastidor o estator fijo que reciben los devanados estacionarios, y un miembro rotatorio, llamado "rotor". Éste se construye de laminaciones de acero montadas rígidamente en la flecha del motor. El devanado del rotor del motor en jaula de ardilla consiste en muchas barras de cobre o aluminio montadas dentro de unas ranuras del rotor, con las barras conectadas en cada extremo mediante un anillo continuo. La estructura de las barras del rotor con los anillos de los extremos, semeja una jaula de ardilla y esto da su nombre al motor.

En un motor trifásico hay tres embobinados en el bastidor del estator, en tanto que en 1os ( de dos fases se emplean dos embobinados. Éstos se conectan a la fuente de energía.

Cuando fluye una corriente de 60 cielos en el devanado del estator (que nunca tiene menos de d( polos), se produce un campo magnético. Este campo gira alrededor del rotor a una velocidad de 3,600 revoluciones por minuto divididas entre el número de pares de polos del estator. Por tanto, en un sistema de 60 ciclos, un motor que posee un par de polos girará a 3,600 r.pre uno de cuatro polos funcionará a 1,800 r.p.m. Este campo giratorio induce corriente en barras del rotor en corto circuito; el valor de las corrientes será mayor cuando el motor encuentre en reposo y disminuirá al aumentar la velocidad. Modificando la resistencia y reactancia del rotor, se pueden cambiar las características del motor, pero para cualquier diseño de rotor, estas características son fijas. No hay conexiones externas al rotor.

**Velocidad del rotor sin carga.**

Las fuerzas magnéticas que actúan en las barras del rotor debidas a la corriente inducida, hacen que aquél gire en la dirección de rotación del campo d estator. El motor acelera hasta alcanzar una velocidad correspondiente al deslizamiento necesario para superar las pérdidas por las fricciones del aire y mecánicas. Esta velocidad se cono como "velocidad sin carga". El motor nunca puede alcanzar la velocidad sincrónica, porque esas condiciones no se induciría corriente en el rotor y el motor no produciría torque.

**Velocidad bajo carga.**

Cuando el rotor disminuye su velocidad al encontrarse sometida una carga, la velocidad se ajusta automáticamente hasta el punto en que las fuerzas ejerció por el campo magnético sobre el rotor son suficientes para vencer el torque requerido por carga. La diferencia entre la velocidad del campo magnético y la del rotor, se conoce como"deslizamiento".

El deslizamiento necesario para conducir la carga total depende de las características motor. En general, mientras más alta es la corriente que se toma, menor será el deslizamiento con que el motor puede transportar la carga total, y mayor será la eficiencia. Si la corriente que se toma es más baja, será mayor el deslizamiento con que el motor puede manejar la carga total, y menor será la eficiencia.

Un aumento en el voltaje de la línea disminuye el deslizamiento, en tanto una reducción aumenta; en cualquier caso, en el rotor se induce suficiente corriente para conducir la cal Una disminución en el voltaje de la línea tiene el efecto de aumentar el calentamiento motor. Al aumentar el voltaje de la línea disminuye el calentamiento; en otras palabras motor puede manejar una carga n3ayor; el deslizamiento con la carga normal puede variar de tres hasta veinte por ciento, para diferentes tipos de motores.

**Corrientes del rotor bloqueado.**

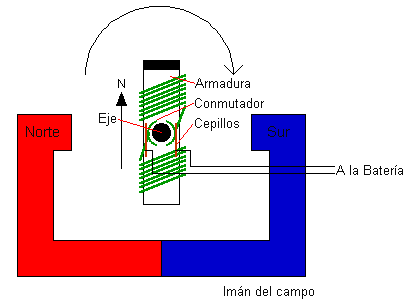
La corriente del rotor bloqueado, y el torque resultar son los factores que determinan si el motor puede conectarse a través de la línea o si necesario reducir la corriente para obtener el funcionamiento deseado. Las corrientes del re bloqueado, para diferentes tipos de motores, pueden variar desde 2 112 a 10 veces el valor d, corriente a plena carga, pero existen motores que toman corrientes aún mayores.

**Torque de control.**

El método más común de arranque para el motor polifásico de inducción, en jaula de ardilla, es "a través de la línea", conectando la máquina directamente sistema de distribución de la planta a pleno voltaje, usando un arrancador manual o magnética Desde el punto de vista del motor en sí, ésta es una práctica perfectamente aceptable; realidad, éste es, probablemente, el método más deseable. El motor, propiamente dicho, rara vez es el punto en cuestión al considerar los métodos de arranque. La protección cor sobrecarga ha alcanzado un estado de refinamiento que proporcionará al motor, en todo momento, un arranque seguro. Laaplicaci6n de voltaje reducido en un intento de evitar que el motor se sobrecaliente durante la aceleración es, generalmente, una pérdida de esfuerzo, que el tiempo de aceleración aumentará y los elementos de sobrecarga del tamaño corriente cualquier forma se dispararán.

La necesidad de métodos de arranque, además del sistema a pleno voltaje, se debe, principalmente, a factores ajenos al motor propiamente dicho. Sin embargo, deberá notarse que una vez que se ha establecido la necesidad de otro método diferente al de conexión directa a laCombinación de interruptor de desconexión y arrancado Freno típico de 30 pulgadas Bastidor, estator y rotor de un motor de inducción del tipo en jaula de ardilla

**Partes de un motor eléctrico**



Comencemos mirando el diseño global de un motor eléctrico DC simple de 2 polos. Un motor simple tiene 6 partes, tal como se muestra en el diagrama de la derecha:

* Una armadura o rotor.
* Un conmutador.
* Cepillos.
* Un eje.
* Un Imán de campo.
* Una fuente de poder DC de algún tipo.

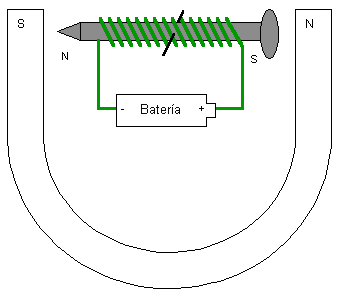
Un motor eléctrico está compuesto de imanes: un motor los usa para crear movimiento. Si conoce un imán conoce acerca de la ley fundamental de todos los imanes: Cargas opuestas se atraen e iguales se repelen. Así que si tiene dos imanes con sus extremos como norte y sur, entonces el extremo norte se atraerá con el sur. De otro lado, el extremo norte del imán repelerá el extremo norte del otro (y similarmente el sur repelerá el sur). Dentro de un motor eléctrico esas fuerzas atractoras y repulsoras crean movimiento rotacional.

En el diagrama se puede observar 2 imanes en el motor: la armadura (o rotor) es un electroimán, mientras el imán de campo es un imán permanente (el imán de campo puede ser un electroimán también, pero en los motores más pequeños no ahorra energía).

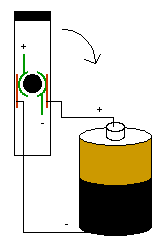
**Imanes y Motores**

Para entender cómo funciona un motor eléctrico, la clave es entender cómo funciona un imán. Usted puede aprender más acerca de los imanes leyendo

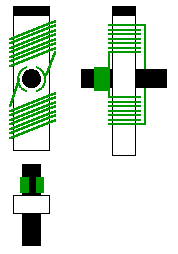
Cómo Funcionan un Imán: Un imán es la base de un motor eléctrico. Puede entender cómo funciona un motor si se imagina el siguiente escenario. Digamos que usted creó un imán simple envolviendo 100 veces alambre alrededor de un tornillo y conectándolo a una batería. En tornillo se convertirá en un imán y tendrá un polo norte y sur mientras la batería esté conectada. Ahora digamos que usted toma el tornillo imán, coloca un eje en la mitad, y lo suspende en la mitad de la herradura del imán como se muestra en la figura siguiente. Si usted fuera a atar una batería al imán de tal forma que el extremo norte del tornillo que se muestra, la ley básica del magnetismo le dirá que pasará: el polo norte del imán será repelido del extremo norte de la herradura del imán y atraída al extremo sur de la herradura del imán. El exremo sur del imán será repelido de forma similar. El tornillo se movería una media vuelta y se colocaría en la posición mostrada.



Puede ver que este movimiento de media-vuelta es simple y obvio porque naturalmente los imanes se atraen y repelen uno al otro. La clave para un motor eléctrico es entonces ir al paso uno así que, al momento en que ese movimiento de media vuelta se complete, el campo del electroimán cambie. El cambio hace que el electroimán haga otra media vuelta. Usted cambia el campo magnético simplemente cambiando la dirección del flujo de electrones en el alambre (se logra esto moviendo la batería). Si el campo del electroimán cambia justo en el momento de cada media vuelta, el motor eléctrico girará libremente.

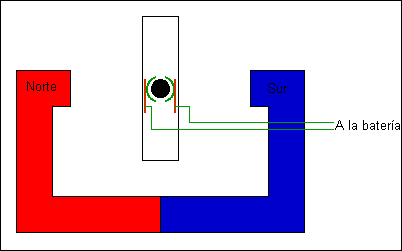


La armadura toma el lugar del tornillo en un motor eléctrico. La armadura es un electroimán que se hace enrollando alambre delgado alrededor de 2 o más polos de un centro de metal. La armadura tiene un eje, y el conmutador está atado al eje. En el diagrama de la izquierda puede ver tres diferentes vistas de la misma armadura: frente, lado y extremo. En la vista de extremo el enrollado de alambre es eliminada para hacer el conmutador más obvio. Puede ver que el conmutador es un simple par de platos atados al eje. Esos platos dan las dos conexiones para el rollo del electroimán.



La parte del "cambio del campo eléctrico" de un motor es complementada por dos cosas: el conmutador y los cepillos. El diagrama de la derecha muestra cómo el conmutador y los cepillos trabajan juntos para dejar que el actual flujo de electrones vayan al electroimán, y también cambien la dirección de los electrones que corren en ese momento. Los contactos del conmutador están atados al eje del electroimán, así que cambian con el imán. Los cepillos son sólo dos pedazos de metal elástico o carbón que hace contacto con el conmutador.

Juntando todo, Cuando se juntan todas esas partes, lo que se obtiene es un motor eléctrico completo:



En esta figura, el bobinado de la armadura no se ha tenido en cuenta así que es fácil ver al conmutador en acción. De lo que hay que darse cuenta es que la armadura pasa a travez de la posición horizontal, los polos del cambio del electroimán. Debido al cambio, el polo norte del electroimán está siempre sobre el eje para que pueda repeler el polo norte del imán del campo y atraer el imán del campo del polo sur.

Si alguna vez tiene la oportunidad de desmontar un pequeño motor eléctrico encontrará que contiene las mismas partes descritas arriba: dos pequeños imanes permanentes, un conmutador, dos cepillos y un electroimán hecho por un enrolle de cable alrededor de metal. Casi siempre, el rotor tendrá tres polos en lugar de dos tal como se muestra en este artículo. Hay dos buenas razones para que un motor tenga tres polos:

1. Esto hace que el motor sea más dinámico. En un motor de dos polos, si el electroimán está balanceado, perfectamente horizontal entre los dos polos del imán del campo cuando el motor arranca, usted puede pensar que la armadura se quede "pegada" ahí. Esto nunca ocurre en un motor de tres polos.
2. Cada vez que el conmutador toque el punto donde cambia el campo a un motor de dos polos, el conmutador enchufa la batería (conecta directamente las terminales positivas y negativas) por un momento. Este enchufe hace que se gaste la energía de la batería innecesariamente. Un motor de tres polos arregla el problema.

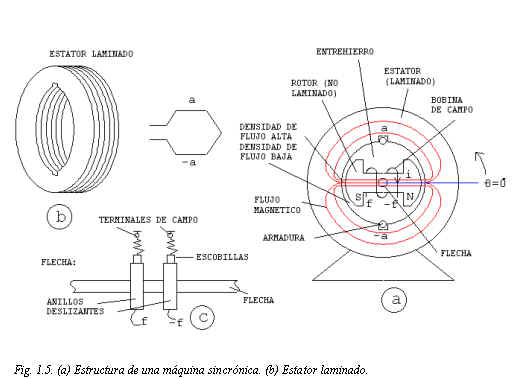
Es posible tener cualquier número de polos, dependiendo del tamaño del motor y la aplicación específica en que se esté utilizando.

**Intro:**

La vida moderna sería impensable sin la existencia de los motores, éstos se encuentran en todas partes: en la industria, el transporte, el hogar, etc. Para cualquier lado que volteemos podemos encontrar una máquina que funcione con un motor. En nuestra vida diaria estamos acostumbrados a un tipo particular de motor: los motores eléctricos, pues existen en muchos de los aparatos que ocupamos en nuestro hogar —refrigerador, lavadora, licuadora, relojes de pared, etc. Debido a la importancia que tienen en nuestra vida cotidiana, consideramos importante que los jóvenes conozcan cómo son los motores y los principios físicos involucrados en su funcionamiento.

**Motor eléctrico**. Se denomina así al motor capaz de transformar la energía eléctrica que recibe almacenada en una serie de baterías en energía mecánica capaz de mover las ruedas del automóvil. Básicamente constan de dos partes, una fija denominada estator, y otra móvil respecto a esta última denominada rotor. Ambas están realizadas en material ferromagnético, y disponen de una serie de ranuras en las que se alojan los hilos conductores de cobre que forman el devanado eléctrico. En todo motor eléctrico existen dos tipos de devanados: el inductor, que origina el campo magnético para inducir las tensiones correspondientes en el segundo devanado, que se denomina inducido, pues en él aparecen las corrientes eléctricas que producen el par de funcionamiento deseado. Los motores eléctricos se clasifican en dos grandes grupos según el tipo de corriente que necesita el inducido para su funcionamiento: de corriente continua y de corriente alterna.

**Motor eléctrico de corriente alterna**. Funcionan con corriente alterna, y se dividen en dos grandes grupos: asíncronos y síncronos. En los motores eléctricos asíncronos el inductor es el estátor y el inducido es el rotor. Son motores de simple construcción, robustos, de bajo coste y con poco mantenimiento, al carecer de escobillas y colectores en rozamiento. En su contra de cara a la utilización en automóviles está su tamaño (que los relega casi a uso industrial) y la dificultad para su control cuando hay que trabajar con velocidades de giro variables. Por su parte, en los motores síncronos el inductor es el rotor, y el inducido el estátor. Ofrecen los mejores resultados para su utilización en el automóvil por su elevado rendimiento, ya que al encontrarse el inducido en el estator se facilita la evacuación de calor.



**Motor eléctrico de corriente continua**. Funcionan con corriente continua. En estos motores, el inductor es el estator y el inducido es el rotor (ver motor eléctrico) . Fueron los primeros en utilizarse en vehículos eléctricos por sus buenas características en tracción y por la simplicidad de los sistemas de control de la electricidad desde las baterías. Presentan desventajas en cuanto al mantenimiento de algunas de sus piezas (escobillas y colectores) y a que deben ser motores grandes si se buscan potencias elevadas, pues su estructura (y en concreto el rozamiento entre piezas) condiciona el límite de velocidad de rotación máxima.

El motor eléctrico El descubrimiento de Oersted en 1819, de que una corriente eléctrica podía generar un campo magnético a su alrededor, sentó las bases para la invención del primer motor eléctrico. Su funcionamiento es el siguiente. Supóngase que se enrolla una bobina alrededor de un cilindro de hierro y que ésta se fija en un eje LL, alrededor del cual puede girar. Si metemos la bobina dentro de los polos de un imán permanente y se hace pasar una corriente eléctrica por ella, ésta se vuelve un imán que puede girar dentro del imán permanente. Los polos de los imanes ejercen fuerzas entre sí; por consiguiente, la bobina experimenta fuerzas que la hacen girar alrededor del eje LL

Si se conecta adecuadamente el eje, por medio de poleas y bandas, se puede aprovechar el giro de la bobina y realizar trabajo mecánico. De esta manera es posible transformar la energía eléctrica de la batería en energía mecánica para mover algún objeto. Al dispositivo que funciona de esta forma se le llama motor eléctrico. En 1837 L. Davenport construyó el primer motor eléctrico para uso industrial. Alrededor de 1845 Charles Wheatstone reemplazó el imán permanente del motor por un electroimán, accionado por una batería externa, logrando un motor más efectivo. Posteriormente se fueron añadiendo diferentes mejoras, pero el principio básico de su funcionamiento era el mismo que hemos descrito.

## [MOTOR ELECTRICO.](http://patentados.com/invento/motor-electrico.1.html)